

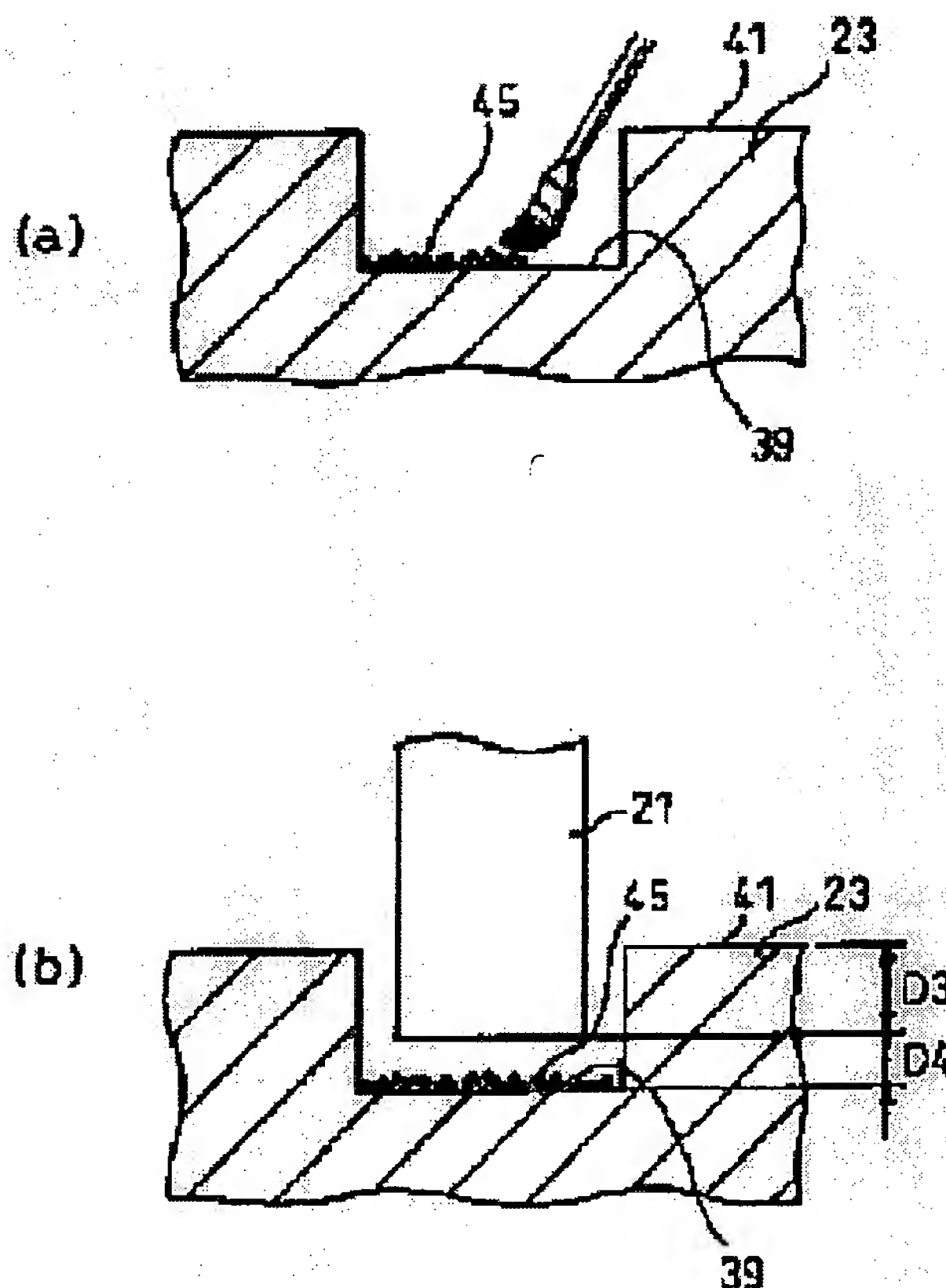
DIESINKING ELECTRIC DISCHARGE MACHINING METHOD

Patent number: JP2001009639
Publication date: 2001-01-16
Inventor: FUJITA KUNIO
Applicant: MAKINO MILLING MACHINE
Classification:
 - international: **B23H1/08; B23H7/26; B23H7/30; B23H7/34; B23H1/00; B23H7/00; B23H7/26; (IPC1-7): B23H1/08; B23H7/26; B23H7/30; B23H7/34**
 - european:
Application number: JP19990186302 19990630
Priority number(s): JP19990186302 19990630

Report a data error here

Abstract of JP2001009639

PROBLEM TO BE SOLVED: To highly accurately and efficiently perform extremely small quantity work, and to restrain consumption of a machining electrode by sticking a particle layer to a machining object part of a work surface, and performing diesinking electric discharge machining up to geometry for setting the work surface stuck with the particle layer. **SOLUTION:** After sticking pasty powder 45 containing conductive powder to a machining surface 39 of a work 23, when bringing a machining electrode 21 near to the machining surface 39 of the work 23 to perform diesinking electric discharge machining, since pasty powder 45 achieves a substitute of machining chips 43 stuck to the machining surface 39 of the work 23, the electric discharge machining is performed in a position of a distance D4 in machining clearance on the lower side by a distance D3 from an upper surface 41 of the work 23. When sticking a particle layer to the machining surface 39 of the work 23 before remachining, discharge is generated at an interpolar distance (the machining clearance) similar to the final finishing machining process, and since extremely small quantity work becomes possible, the other method for sticking the particle layer to the machining surface 39 of the work 23 can also be adopted.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-9639

(P2001-9639A)

(43) 公開日 平成13年 1月16日 (2001.1.16)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
B 2 3 H	1/08	B 2 3 H	3 C 0 5 9
	7/26		C
	7/30		
	7/34		

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-186302

(22) 出願日 平成11年 6月30日 (1999. 6. 30)

(71) 出願人 000154990

株式会社牧野フライス製作所

東京都目黒区中根 2丁目 3番19号

(72) 発明者 藤田 邦雄

神奈川県愛甲郡愛川町三増359番地の3

株式会社牧野フライス製作所内

(74) 代理人 100077517

弁理士 石田 敬 (外 3名)

Fターム(参考) 3C059 AA01 AB01 CB12 CC04 CH01

EA00 JA11

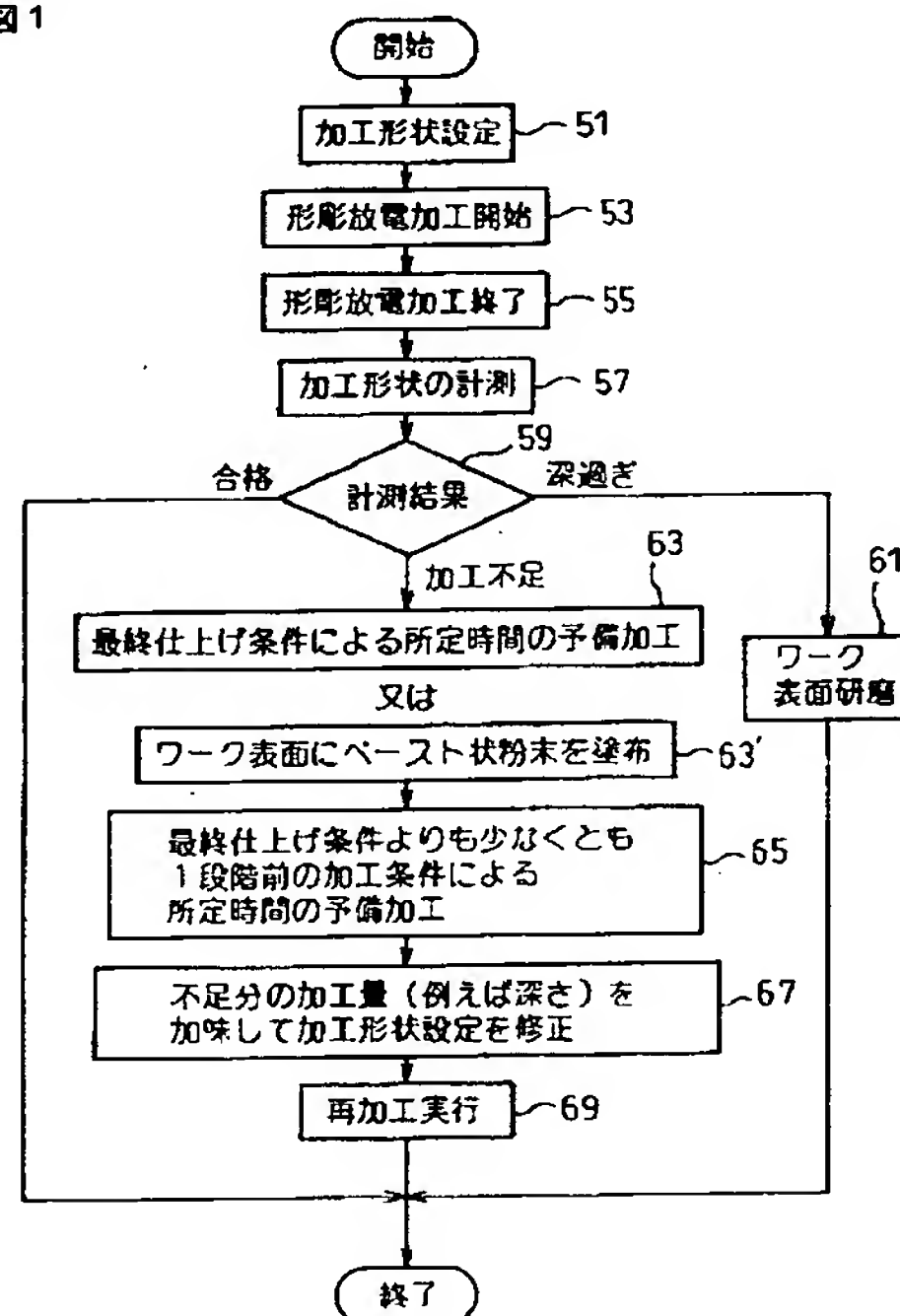
(54) 【発明の名称】 形彫放電加工方法

(57) 【要約】

【課題】 経験や勘に頼ることなく、微少量加工を容易に行うことが可能な形彫放電加工方法を提供する。

【解決手段】 放電加工を行うに先立って、ワーク 2 3 の加工表面 3 9 に粒子層を付着させてから、設定した形状寸法まで放電加工を行う。一つの実施形態としては、設定された形状寸法への放電加工に先立って、確実に放電が起きる加工間隙で所定時間の放電加工を行い、ワーク 2 3 の加工表面 3 9 へ加工屑 4 3 を付着させて、ワーク 2 3 の加工表面 3 9 に粒子層を形成させる。別な実施形態としては、設定された形状寸法への放電加工に先立って、ワーク 2 3 の加工表面 3 9 にペースト状粉末 4 5 を塗布して、ワーク 2 3 の加工表面 3 9 に粒子層を形成させる。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】 (a) ワーク表面の被加工部分に粒子層を付着させるステップと、

(b) 前記粒子層が付着した前記ワーク表面を設定された形状寸法まで形彫放電加工するステップと、を含むことを特徴とした形彫放電加工方法。

【請求項2】 前記ステップ(a)は、放電が起きるように定められたワークと加工電極との間で所定時間の形彫放電加工を行うことによって、前記ワーク表面の被加工部分に加工屑を付着させるステップである請求項1に記載の形彫放電加工方法。

【請求項3】 前記ステップ(a)は、導電性粉末を含むペースト状粉末で前記ワーク表面の被加工部分を覆うことによって、前記ワーク表面の被加工部分に粒子層を付着させるステップである請求項1に記載の形彫放電加工方法。

【請求項4】 (a) ワークを予め設定された形状寸法まで形彫放電加工するステップと、

(b) 前記ワークの表面に付着した加工屑を除去してから加工された前記ワークの形状寸法を計測するステップと、

(c) 前記設定された形状寸法とステップ(b)の計測結果とから形状加工不足量を演算するステップと、

(d) 前記ワーク表面の被加工部分に粒子層を付着させるステップと、

(e) 前記演算した形状加工不足量分だけ前記ワークを形彫放電加工するように前記予め設定された形状寸法を修正、設定するステップと、

(f) 前記粒子層を付着させた前記ワーク表面をステップ(e)で設定された形状寸法まで形彫放電加工するステップと、

を含むことを特徴とした形彫放電加工方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、形彫放電加工方法に関し、特に微少量を容易且つ効率的に加工することが可能である形彫放電加工方法に関する。

【0002】

【従来の技術】形彫放電加工においては、加工電極の消耗の抑制、加工時間の短縮、及び加工精度の向上を図るために、一般に、荒加工条件でワークを加工した後、中加工条件及び仕上げ加工条件に関して数段階に加工エネルギーを変えながら（小さくしながら）所望の形状寸法及び加工精度が得られるように加工を進めていく。これは、仕上げ加工条件による形彫放電加工は一回の放電当たりの除去加工量が少なく、仕上げ加工電極が消耗しやすいからである。また、最終仕上げ加工工程は加工面の面粗度を整える程度の加工能力しか一般には持たず、最終仕上げ加工工程条件に近づくほど、すなわち、加工エネルギーが小さくなるほど、ワークと加工電極との間の極

間距離（加工間隙）も小さくなる傾向がある。これらの加工工程は放電加工機に予め設定されて自動で行われるのが普通である。また、この各加工工程の設定には、各工程を行う時間を設定する時間管理加工と、その工程で加工する加工深さ又は形状を設定する加工量管理加工とがある。

【0003】一般に、加工工程を全て終了した後で、加工精度の確認のためにワーク（被加工物）の寸法計測が行われる。しかしながら、放電加工では、加工中は加工電極及びワーク加工面に加工屑が付着しており、そのまま計測したのでは $10\mu\text{m}$ ～数十 μm 程度の計測誤差が生じる恐れがある。したがって、加工形状又は加工寸法を正確に計測するためには、ワーク加工面に付着した加工屑をウェス等で拭き取って加工面を清掃しなければならない。

【0004】ところが、放電加工においては、ある電圧（電流）に対して放電が可能となる加工間隙は、加工電極とワークとの間（極間）に加工屑がほとんど存在しないとき又はワークの加工面に加工屑が付着していないときには小さくなり、極間に加工屑が分散しているとき又はワークに加工屑が付着しているときには大きくなる傾向がある。このため、加工終了後にワークの加工表面を清掃してから形状又は寸法を計測して、加工精度に過不足があつて再加工を必要とするとき、加工間隙を最終仕上げ加工工程終了時のワークと加工電極との加工間隙と同じにしても放電が発生せず、放電を開始させるためにはさらに数 μm 程度加工間隙を近づける必要がある。

【0005】最終仕上げ加工工程終了時と再加工開始時の加工間隙などの加工条件の差異の発生を防ぐ方法としては、加工終了時に微小なジャンプ動作を行って加工屑を極間から排出してから、ワークの加工形状及び寸法の計測を行う放電加工方法が特開平6-79539号公報に開示されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来技術では、微小なジャンプ動作によってワークと加工電極との極間に浮遊する加工屑は排出されるがワーク表面に付着した加工屑は完全に除去されないので、加工屑によって $10\mu\text{m}$ 程度の計測誤差が生じ、高い計測精度は得られないという欠点を有する。よって、 $10\mu\text{m}$ 以内程度の高い計測精度が所望される場合は、やはりワーク表面を清掃する必要がある。

【0007】したがって、加工量管理加工を用いて数 μm 程度の再加工を行う必要がある場合には問題が生じる。すなわち、そのワークに関して最後に行われた放電加工工程におけるワークと加工電極との間の距離（加工間隙）又は加工電極の位置へワークに向かって加工電極を移動しても放電を起こさないまま、さらに必要とされる数 μm 程度の微少加工量分だけ加工電極をワークに向かって移動して、実際には放電加工を行うことなく再加工

エプログラムが終了してしまうことがある。

【0008】また、10 μ m程度の再加工が必要となる場合には、上述した電極消耗や加工効率の観点から再加工は最終仕上げ加工工程条件による加工工程の前の工程、すなわち中間工程まで戻って行われるが、中間工程条件で行われる加工量は数 μ m程度となるので、同様に、所望される加工量分だけ加工電極を送り込んでも放電を起こさないことがあり、最終仕上げ加工工程条件で加工する量が増え、加工時間を長くし、加工電極の消耗を早める問題を引き起こす。さらに、多数個加工を行う場合には、加工電極が消耗することによって最終製品の寸法に経時的変化が現れ、寸法管理が困難になるという別の問題を引き起こす。

【0009】さらに、従来は、時間管理加工を用いて、熟練者が、放電が起こるであろう加工間隙を経験及び勘から設定し、必要とされる微少加工量が得られるように経験と勘により加工時間を設定して加工していたので、精度を維持することが困難であると共に、オペレータによる個人差も生じており、精度管理が困難であった。また、放電可能な極間距離（加工間隙）が小さい最終仕上げ条件で再加工を行う方法もとて得るが、加工電極の消耗が激しく加工時間もかかることから実際的ではなかった。

【0010】こうした問題は、上記のような再加工の場合のみならず、微少量加工を必要とする場合には、最初の加工時にも生じる。よって、本発明の目的は、上記従来技術に存する問題を解消して、微少加工量を高精度に且つ効率良く行うと共に、加工電極消耗を抑制するような形彫放電加工方法を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を鑑みて、加工開始段階から安定した放電が起こりやすい環境を作り出すために、ワークのきれいな加工表面に予め加工屑などの粒子層を付着させてから形彫放電加工を行うようにしたものである。すなわち、本発明によれば、

(a) ワーク表面の被加工部分に粒子層を付着させるステップと、(b) 前記粒子層が付着した前記ワーク表面を設定された形状寸法まで形彫放電加工するステップとを含む形彫放電加工方法が提供される。

【0012】一つの実施形態においては、前記ステップ(a)は、放電が起きるように定められたワークと加工電極との間で所定時間の形彫放電加工を行うことによって、前記ワーク表面の被加工部分に加工屑を付着させるステップである。また、別の実施形態においては、前記ステップ(a)は、導電性粉末を含むペースト状粉末で前記ワーク表面の被加工部分を覆うことによって、前記ワーク表面の被加工部分に粒子層を付着させるステップである。

【0013】さらに、本発明によれば、(a) ワークを予め設定された加工形状まで形彫放電加工するステップ

と、(b) 前記ワークの表面に付着した加工屑を除去してから加工された前記ワークの形状寸法を計測するステップと、(c) 前記設定された形状寸法とステップ

(b)の計測結果とから形状加工不足量を演算するステップと、(d) 前記ワーク表面の被加工部分に粒子層を付着させるステップと、(e) 前記演算した形状加工不足量だけ前記ワークを形彫放電加工するように前記予め設定された形状寸法を修正、設定するステップと、

(f) 前記粒子層を付着させた前記ワーク表面をステップ(e)で設定された形状寸法まで形彫放電加工するステップとを含む形彫放電加工方法が提供される。

【0014】上記方法によれば、加工量管理加工による形彫放電加工を行うに先立って、例えば、放電が確実に起きるように定められたワークと加工電極との間の加工間隙で時間管理加工により所定時間の形彫放電加工を行うことによって、すなわち、予備加工を行うことによって、予めワークの加工表面に加工屑等からなる粒子層を付着させ、加工途中のように安定して放電が起きるような環境を作り出すようにする。こうすることによって、ワークの加工表面がきれいな状態と比較して、ワークと加工電極との間の加工間隙を加工途中と同じ条件にすることができるようになる。すなわち、加工表面がきれいな状態のときに比べて、ワークと加工電極の間の加工間隙が大きくなる。したがって、以降の加工工程では微少加工量であっても加工量管理加工を自動で行えるようになり、作業者の技能と無関係に容易且つ高精度に微少加工量の形彫放電加工を行うことが可能となる。

【0015】また、上記のようにしてワークの加工表面に加工屑を付着させて加工途中と同じ条件を出現させた後に、中間加工工程条件で形彫放電加工を行えば、安定した放電が発生するので、中間加工工程条件での形彫放電加工による微少量加工が可能となる。したがって、加工時間を短縮すると共に、加工電極の消耗を抑制し、加工効率の低下を防止することが可能となる。さらに、加工電極の消耗が抑制されることにより加工電極の経時的変化も抑制され、多数個加工も可能となる。

【0016】上記作用及び効果は、導電性粉末を含むペースト状粉末のワークの加工表面への塗布により加工表面への粒子層の付着を行う場合にも当てはまる。この場合には、加工量管理加工を行うに先立って時間管理加工による予備加工を行う必要がないので、さらに作業の効率化を図ることができる。同様の理由で、形彫放電加工において、一度加工を終了したワークの形状寸法計測後、再加工が必要となったとき、本発明の形彫放電加工方法は有効である。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。図1は本発明による形彫放電加工方法を示すフローチャートである。また、図2は、同方法をNC形彫放電加工機に適用して説明するためのもの

で、形彫放電加工機の構成ブロック図である。

【0018】まず、図2を参照して、NC形彫放電加工機の一般的な構成について説明する。NC形彫放電加工機11は、X軸、Y軸、Z軸の3つの軸に関する移動のためにX軸送りモータ13、Y軸送りモータ15、Z軸送りモータ17を具備する移動装置19と、移動装置19によってX軸、Y軸、Z軸の3つの軸に関して移動可能な加工電極21とを備える。図示されていない加工槽内にワーク23が載置され、加工槽内に充填された加工液中にワーク23が浸漬している。軸移動用のモータとしては好適にはサーボモータが使用される。また、Z軸送りモータ17は加工電極21をワーク23に対して加工進行方向に送り込み又は退避させる。X軸送りモータ13及びY軸送りモータ15は加工電極21を加工進行方向と垂直な平面内で互いに直交する2軸方向に移動させる。こうして、X軸送りモータ13及びY軸送りモータ15による移動の合成により加工電極21をワーク23に対して相対的に2次元揺動運動させることができ、さらに、X軸送りモータ13、Y軸送りモータ15、及びZ軸送りモータ17による移動の合成により加工電極21をワーク23に対して相対的に三次元揺動運動させることもできる。

【0019】加工電極21とワーク23とは相対的に移動可能であればよく、ワーク23が載置されている加工槽を移動装置19によって加工電極21に対して移動させてもよい。NC形彫放電加工機11は、さらに、移動装置19の各送りモータ13、15、17の駆動を制御するモータ駆動制御装置25と、加工電極21とワーク23との間に電気エネルギー（電圧又は電流）を加える加工電源27とを備える。NC形彫放電加工機11は、好適には、加工電極21とワーク23とがショートしたときに電気エネルギーを遮断するために、加工電極21とワーク23の接触を検出するための接触検出装置29をさらに備える。

【0020】モータ駆動制御装置25と加工電源27と接触検出装置29とが数値制御装置31によってさらに制御される。数値制御装置31は、メモリ33と、入力装置35とを備え、入力装置35によって入力された命令にしたがって、メモリ33に加工プログラムを記憶させたり、メモリ33に記憶された加工プログラムや加工工程条件を読み込んだりする。メモリ33には、ワーク23の材質や加工目的に応じた加工工程条件の複数のデータが予め設定、記憶されている。これらのデータは、例えば、荒加工電極用のものと仕上げ加工電極用のものとに大別される。各電極用のデータはさらに得られる面粗度などによって複数のに分けられている。

【0021】NC形彫放電加工機11において、加工電極21を接触式計測用治具37などの形状計測手段に交換すれば、接触式計測用治具37をワーク23に接触させてワーク23の形状寸法を計測することが可能とな

る。接触式計測用治具37とワーク23との接触位置は、接触検出装置29により検出される。次に、上記のようなNC形彫放電加工機11を用いた加工における本発明の形彫放電加工方法の一つの実施形態を図1のフローチャートを参照して説明する。

【0022】まず、NC形彫放電加工機11の入力装置35を介して、ワーク23に対する加工深さや減寸量などの所望される加工形状や使用する加工工程条件データに関する加工プログラムが数値制御装置31に入力され、メモリ33に記憶される（ステップ51）。NC形彫放電加工機11はこの入力された加工プログラム及び加工工程条件に沿って形彫放電加工を行う（ステップ53、ステップ55）。

【0023】この形彫放電加工では、通常どおり、まず荒加工電極を使用して幾つかの段階に分かれた荒加工工程条件で大きな加工が行われて、次に仕上げ加工電極を使用して幾つかの段階に分かれた仕上げ加工工程条件で順次加工が行われる。荒加工工程条件から最終仕上げ加工工程条件へ段階が近づくにつれ、加工エネルギー、すなわち、加工電極21とワーク23との間に印加される加工パルスの電流が減少させられ、最終仕上げ加工工程条件に近づくほど、除去加工能力が小さくなると共に仕上加工面の面粗度が小さくなる。

【0024】最終仕上げ加工工程条件による加工が終了した後、接触式計測用治具37などを用いた形状計測手段によってワーク23の形状寸法（例えば、加工深さなどの寸法）を計測する（ステップ57）。このとき、特に計測を正確に行う必要がある場合には、ワーク23の加工表面に付着した加工屑をウエスなどを使用して清掃しなくてはならない。

【0025】ステップ59において、最初に入力された設定形状と加工によって得られた形状寸法の差が許容範囲内であればワーク23は合格となり、加工は終了する。一般的には寸法の許容範囲は設定寸法 $\pm 10 \mu\text{m}$ 程度である。加工された穴の深さが深すぎるなどの過度の加工が許容範囲を越えて行われた場合には、例えば深さの場合にはワーク表面の研磨などの再加工を行って、穴の深さを許容範囲内に収める（ステップ61）。加工形状が最初に入力された設定形状と比較して許容範囲を越えて加工不足である場合には、さらに形彫放電加工による再加工が行われる。

【0026】ここで、ワーク23に対して高精度の加工が求められる場合、例えば半導体製品の製造に関するワーク23であるような場合には、 $5 \mu\text{m}$ 程度またはそれ以下の微少な加工量が求められる場合がある。ところが、前述した通り、ワーク23の加工表面に付着した加工屑が除去されていると、放電が起こりにくくなり、加工電極21とワーク23の間で放電が可能となる加工間隙が最終仕上げ加工工程終了時に比べて小さくなってしまい、さらに放電も不安定になる（同じ条件でも安定し

て放電が起こらない)。したがって、最終仕上げ条件の前の加工工程、すなわち中間加工工程の工程条件で放電加工を行う際、最終仕上げ加工工程における加工電極位置又はワーク23と加工電極21の間の極間距離になっても放電は起きず、放電が起きないまま必要となる加工量分だけ加工電極21がワーク23に向かって送られ、放電加工が行われることなくこの中間工程が終了してしまったり、放電が不安定なために予測以上にワーク23が除去されてしまい加工精度を著しく損なったりする。

【0027】そこで、本発明の形彫放電加工方法の一つの実施形態においては、加工量管理加工による不足分の再加工を行うに先立って、時間管理加工による予備加工を行う(ステップ63)。ここで、予備加工とは、確実に放電が起きる加工電極21とワーク23との間の加工間隙を設定して、加工時間を設定する時間管理加工で、所定時間、例えば1～2分程度、放電加工を行うことを意味する。この際の加工工程条件としては、最終仕上げ加工工程条件、すなわち、加工表面の面粗度を整えるための加工工程でほとんどワーク材料除去能力を有しない加工工程条件又は所望する加工量以下の面粗度を有する仕上面となるような加工工程条件で仕上げ加工電極を使用して行うことが好ましい。これはこの条件がワーク材料除去能力が非常に小さく必要加工量以上にワーク表面材料を除去する可能性が少ないからである。

【0028】好適には、上記の予備加工に続いて、さらに、実施する再加工の最初に行う中間加工工程条件と同じ加工工程条件まで遡って、上記と同様に時間管理加工で所定時間の予備加工を行う(ステップ65)。このように再加工で行う最初の加工工程条件まで遡って予備加工を行うことでより安定して放電が行われるようになる。

【0029】以上のような予備加工を行った後、不足する微少加工量を加味して加工形状を修正、設定し(ステップ67)、通常と同じ手順で再加工を行う(ステップ69)。再加工終了後、再度形状計測がなされ、合格となるまで上記手順が繰り返される。本発明の他の実施形態として、ステップ63の上記予備加工の代わりに、ワーク表面の被加工部分を導電性粉末を含むペースト状粉末で覆ってもよい(ステップ63')。この場合、導電性粉末としては、グラファイト等の炭素系物質、クロム等の金属、シリコン等の半金属等が使用される。粉末をペースト状にすることで加工液中で粉末が浮遊せず、ワーク23の表面に付着することを保証している。

【0030】この場合には、上記ペースト状粉末をワーク23の表面に付着させた後すぐ、中間加工工程条件による放電加工が可能となり、予備加工に必要となる時間が削減され、再加工作業の効率化が図られる。図3は上記予備加工を行なった場合の形彫放電加工方法を説明するための線図である。

【0031】図3(a)に示されるように、ワーク23

の加工表面39が清掃されている状態では、ワーク23の上面41から距離D1だけ下方の位置に加工電極21が位置し、ワーク23の加工表面39と加工電極21の間の加工間隙が距離D2である状態で初めて放電が可能になるとする。この加工間隙で予備加工を行うと加工屑43が発生し、放電が起こりやすくなる。すると、ワーク23と加工電極21との間の極間電圧が低下するので所定値に極間電圧を保つべく加工間隙を大きくしようとして(なぜなら、極間電圧は加工間隙とほぼ比例して大きくなるからである)、図3(b)に示されるように、加工電極21はワーク23の加工表面39から(ワーク23の上面41から距離D3の位置まで)上方へ距離ΔGだけ移動し加工間隙が距離D4の状態になる。本発明の形彫放電加工方法においては、予備加工(ステップ63)によりこの状態になってから不足加工量のための再加工(ステップ69)が行われる。

【0032】例えば、加工電極21が、図3(b)に示される加工電極21の位置から、図3(c)に示されるワーク23の上面41から距離D1の位置、すなわち、図3(a)に示される加工電極21と同じ位置まで形彫放電加工を行って加工電極21を進めると、距離ΔG分だけ加工表面39が下方へ下がる、すなわち距離ΔG分だけ放電加工される。

【0033】したがって、従来は加工電極21が図3(a)に示される加工電極位置まで下がっても放電が起こらず、加工プログラムが終了していたものが、予備加工(ステップ63)を行うことによって、同じ加工電極位置まで下がれば距離ΔG分の加工が行われることになる。こうして、微少量加工が可能となる。図4は同様に、ペースト状粉末をワーク加工表面に塗布することによってワーク加工表面に粒子層を付着させた場合の本発明の形彫放電加工方法を説明するための線図である。

【0034】図4(a)に示されるようにワーク23の加工表面39に導電性粉末を含むペースト状粉末45を付着させた後、形彫放電加工を行うべく、加工電極21をワーク23の加工表面39に近づけると、ペースト状粉末45がワーク23の加工表面39に付着した加工屑43の代わりを果すので、上記予備加工が行われた後と同じく、図4(b)に示されるようにワーク23の上面41から距離D3だけ下方で加工間隙が距離D4の位置で放電可能となるので、上記予備加工と同じ効果が得られる。

【0035】再加工程に先立ってワーク23の加工表面39に粒子層を付着させれば、最終仕上げ加工工程と同じ極間距離(加工間隙)で放電が起こり、微少量加工が可能となるので、本発明の形彫放電加工方法においては、ワーク23の加工表面39に粒子層を付着させる他の方法をとることも可能である。上記のいずれの実施形態においても、再加工程の最初の加工工程条件から安定した放電が行われるので高精度の微少量加工を行うことが可能

となる。また、中間加工工程条件による放電加工が可能となるので、再加工に必要な時間が短縮されると共に、仕上げ加工電極の消耗が抑制される。

【0036】以上、図1に示されるように、ワーク23に対して形彫放電加工を行った際に、さらに再加工が必要となった場合を例として本発明の実施形態について説明したが、本発明は再加工への適用に限定されるものではない。すなわち、ワーク23に対して（再加工ではなく）微量加工が必要となる場合にも適している。上述したように、ワーク23の加工表面がきれいな状態で加工屑等が付着していない状態では、放電が可能となる加工間隙が近くなり、放電も不安定となる。したがって、ワーク23に対して例えば $10\mu\text{m}$ 以下程度の微量加工が必要とされる場合、ワーク材料除去能力が高い中間加工工程条件で最初に放電加工を行うと、異常放電により $10\mu\text{m}$ 以上の深さまでワーク23が加工されてしまう部分ができることがあったり、必要となる加工量分だけ加工電極21がワーク23に対して近づいても放電が起こらないことがある。このため、従来であれば、最初から最終仕上げ加工工程条件（例えば $5\mu\text{m}$ 以下の面粗度のような微細な面粗度の仕上げ面が得られる加工工程条件）で加工を行わざるを得なかった。また、より微少な加工量が所望される場合には加工量管理加工を用いた形彫放電加工は不可能であった。

【0037】このようなワーク23に対して（再加工においてではなく）微量加工が必要となる場合においても、上記のような予備加工やペースト状粉末45の塗布をワーク23に対して施すことで、加工工程の途中のようにワーク23と加工電極21の間に加工屑43が浮遊する状態やワーク23の加工表面39に粒子層が付着している状態が作り出され、加工間隙を大きくとれるようになる。したがって、中間加工工程条件による加工から放電加工を開始することも可能となり、加工効率を高め、加工電極の消耗も抑制することができるようになる。また、加工量管理加工を用いることができるようになるので、微量加工を容易に行うことが可能となる。

【0038】さらに、予備加工を自動的に行うようにした形彫放電加工機であれば、熟練者の経験や勘に頼るこ

となく、微量量の加工をより容易に且つ高精度に行うことが可能となる。

【0039】

【発明の効果】以上、説明したように、本発明によれば、予備加工やペースト状粉末の塗布によりきれいな状態のワークの加工表面に粒子層を付着させることにより、放電加工の途中のようにワークと加工電極の間に加工屑が浮遊する状態又はワークの加工表面に粒子層（加工屑の層）が付着した状態と同じ状態を作り出してから形彫放電加工を行うので、通常の加工途中と同じ適正な加工間隙での安定した放電を可能とさせ、微量加工に対しても加工量管理加工を用いることができるようになる。したがって、熟練者の経験や勘に頼ることなく、容易且つ高精度に微量加工量の形彫放電加工を行うことができるようになる。

【0040】さらに、微量加工量であっても中間加工工程条件での加工が可能となることから、全体の加工時間を短縮させて加工効率を高め、加工電極の消耗を抑制し、多数個加工の際の寸法の経時的変化をも低減させることができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による形彫放電加工方法を示すフローチャートである。

【図2】本発明の形彫放電加工方法をNC放電加工機に適用して説明するためのもので、形彫放電加工機の構成ブロック図である。

【図3】予備加工を行なった場合の形彫放電加工を説明するための線図である。

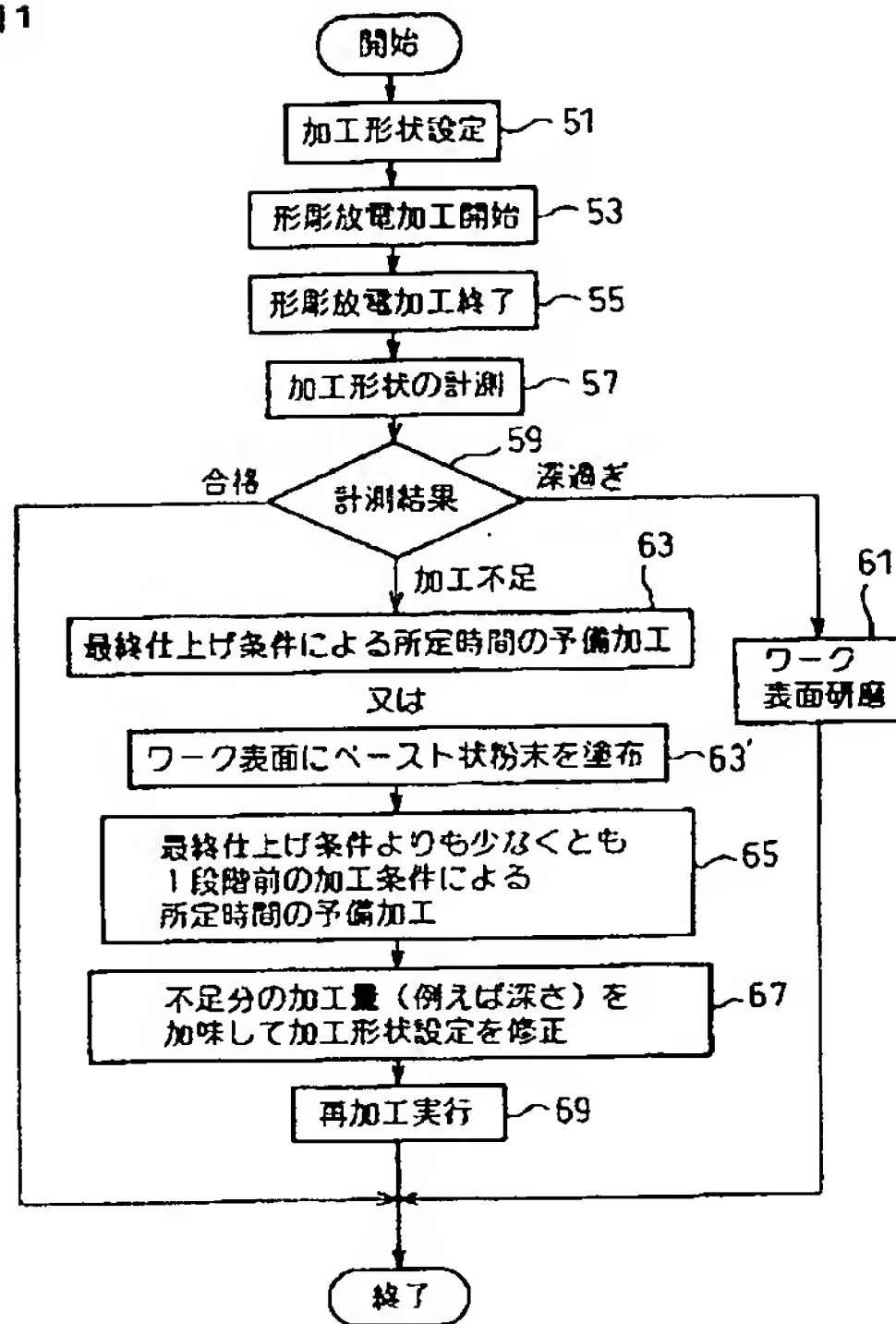
【図4】ペースト状粉末を用いた場合の形彫放電加工を説明するための線図である。

【符号の説明】

- 11…NC形彫放電加工機
- 21…加工電極
- 23…ワーク
- 39…加工表面
- 43…加工屑
- 45…ペースト状粉末

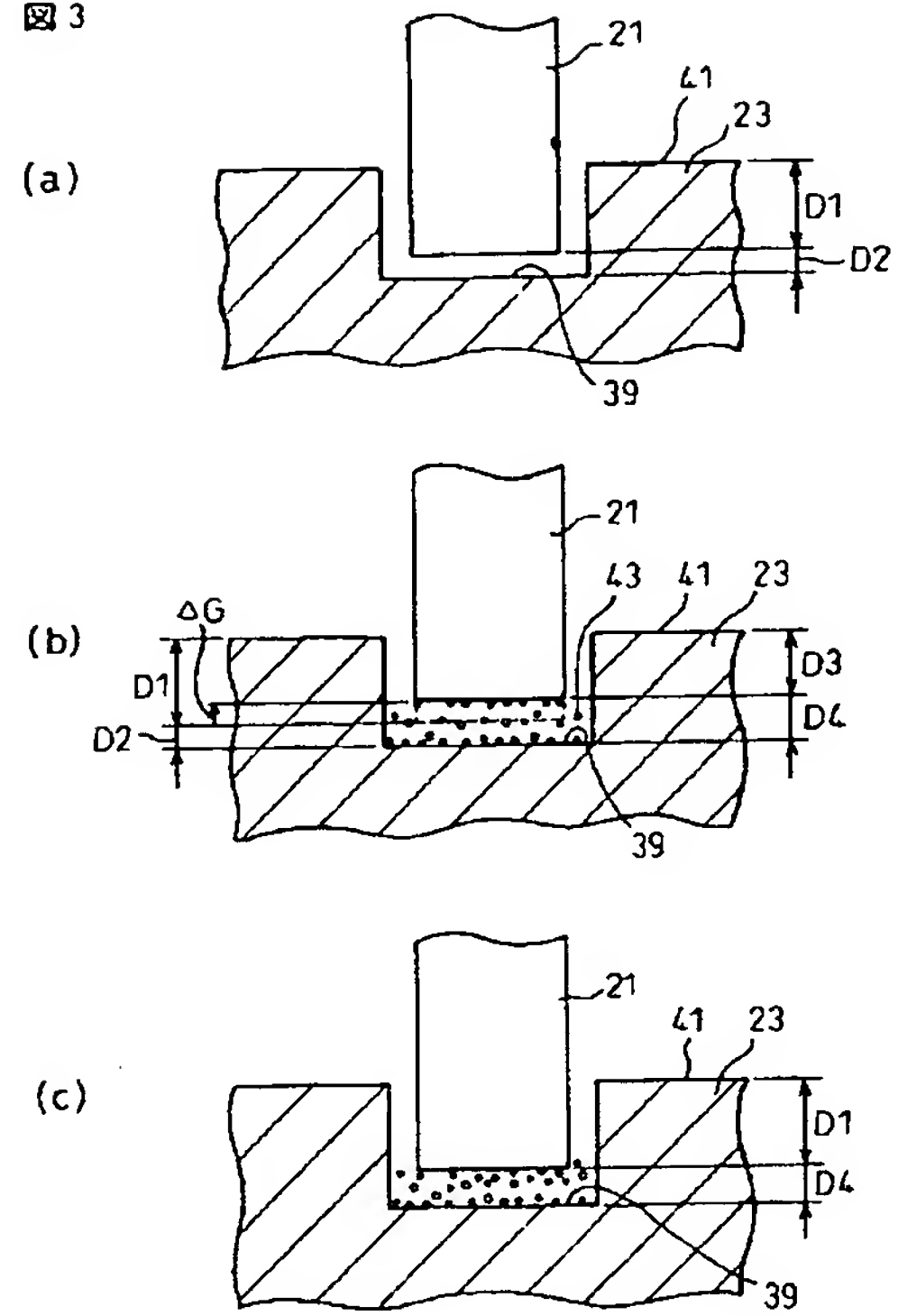
【図1】

図1

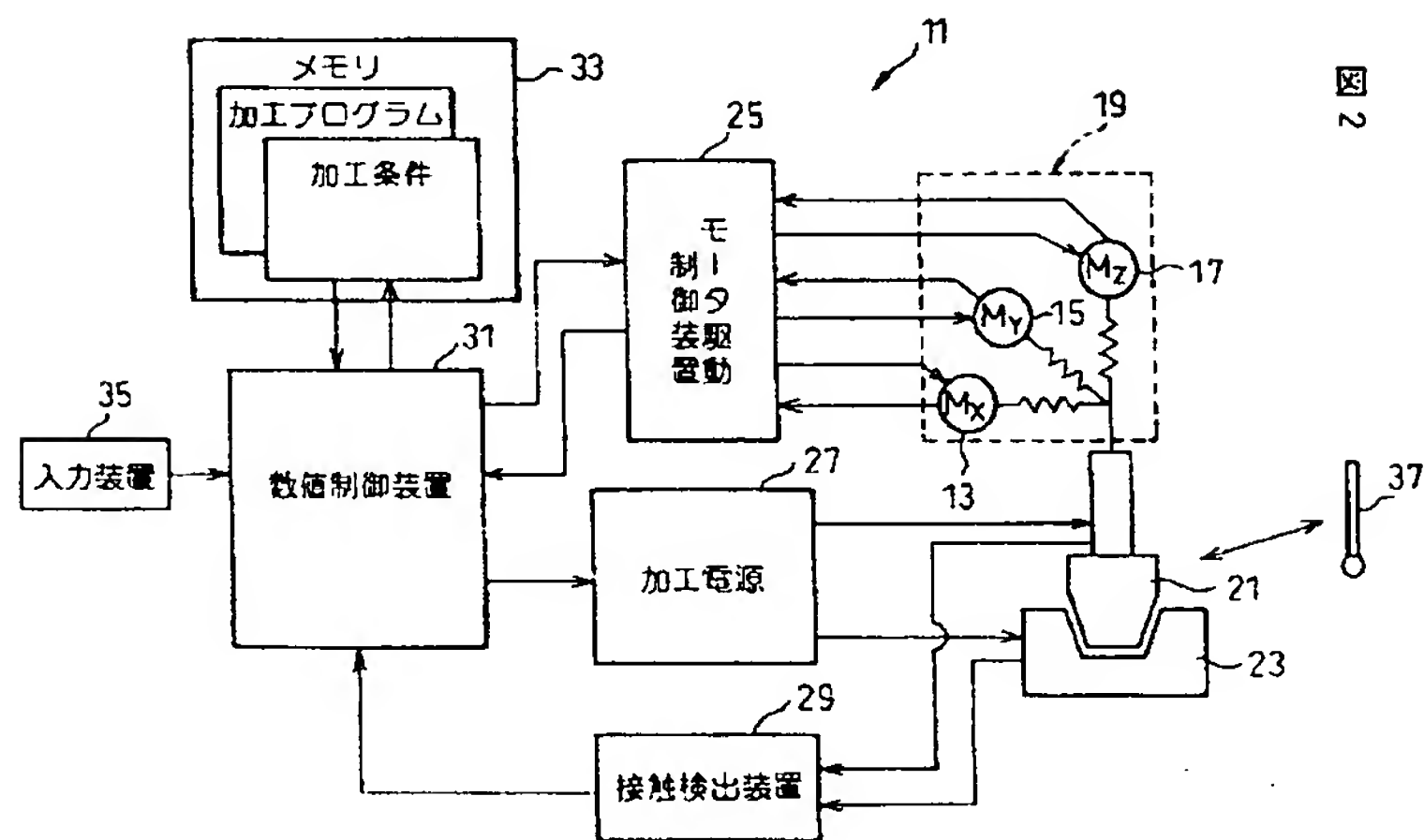


【図3】

図3



【図2】



【図4】

図4

